



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 48 234 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 04 F 1/00

②1 Aktenzeichen: 198 48 234.5
②2 Anmeldetag: 20. 10. 1998
④3 Offenlegungstag: 27. 4. 2000

DE 198 48 234 A 1

⑦1 Anmelder:
Hüls Infracor GmbH, 45772 Marl, DE

⑦2 Erfinder:
Pieperbeck, Bruno, Dipl.-Ing. Dr., 45770 Marl, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

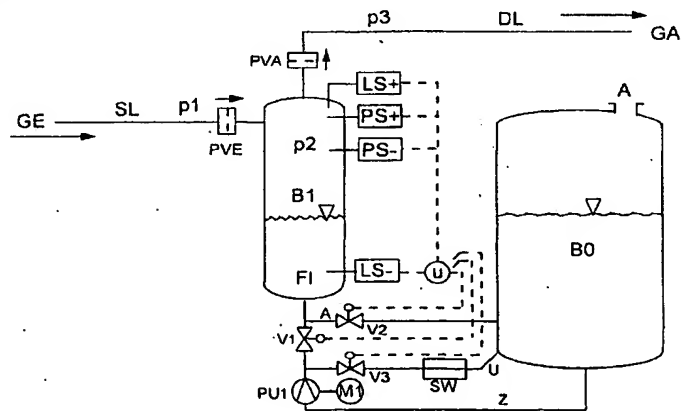
⑤4 Verfahren und Verdichter zum Komprimieren von Gasen

⑤7 Die vorliegende Erfindung umfaßt ein Verfahren und einen Verdichter zum Komprimieren von Gasen. Das erfindungsgemäße Verfahren bedient sich vorzugsweise des erfindungsgemäßen Verdichters.

Die bis jetzt bekannten Verdichter bzw. Verfahren nutzen meistens mechanisch bewegte Teile, wie z. B. sich auf- und abbewegende Zylinder, zum Komprimieren von Gasen. Diese Teile können, je nachdem aus welchem Material sie hergestellt wurden, durch mechanische Reibung Zündquellen darstellen, so daß es mit den üblicherweise verwendeten Verdichtern bzw. Verfahren nicht oder nur unter größten Vorsichtsmaßnahmen möglich ist, explosionsfähige Gasgemische zu komprimieren.

Dadurch, daß der erfindungsgemäße Verdichter bzw. das erfindungsgemäße Verfahren darauf basiert, daß ein Flüssigkeitsstand, über welchem sich ein Gasraum befindet, verändert wird, können bei der vorliegenden Erfindung keine Zündquellen auftreten, so daß das Komprimieren von explosionsfähigen Gemischen problemlos möglich ist.

Die vorliegende Erfindung ist sehr gut dazu geeignet, jegliche Gase oder Gasgemische, die auch explosionsfähig sein können, zu komprimieren.



DE 198 48 234 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und einen Verdichter zum Komprimieren von Gasen.

Die Einsatzmöglichkeiten für komprimierte Gase sind vielfältig. Beispielsweise werden die meisten technischen Gase, die z. B. in Laboratorien verwendet werden, in komprimierter Form angeliefert, damit die Transportkosten für diese Gase möglichst gering sind, da komprimierte Gase ein wesentlich geringeres Transportvolumen aufweisen.

Auch bei der Verwendung von Gasen kann es vorteilhaft sein, wenn das Gas in komprimierter Form vorliegt. So wird z. B. beim Schweißen über den Austrittsdruck von Acetylen und Sauerstoff am Schweißgerät die Form und damit die Hitze der Flamme variiert.

Zur Herstellung von komprimierten Gasen werden seit langer Zeit Verdichter eingesetzt. Zu den bekannten Verdichtertypen gehören der Hubkolben- und der Schraubenverdichter, welche beide volumetrisch fördernde Verdichter sind. Zu den neueren Entwicklungen gehören die sogenannten Turboverdichter, wie z. B. Axial- oder Radialverdichter. Alle diese Typen von Verdichtern sind allerdings nicht für die Komprimierung von explosionsfähigen Gemischen geeignet, da durch mechanische Reibung im Kompressionsraum Zündquellen entstehen können.

Zum Komprimieren explosionsfähiger Gemische werden Wasserring-Verdichter eingesetzt. Diese haben einen relativ komplizierten mechanischen Aufbau. Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein einfaches Verfahren zum Komprimieren von Gasen sowie einen kostengünstigen Verdichter mit einem einfachen mechanischen Aufbau zum Komprimieren von Gasen bereitzustellen, welche es ermöglichen auch explosionsfähige Gemische zu komprimieren.

Es würde nun überraschenderweise gefunden, daß durch Anheben eines Flüssigkeitsstandes Gase, insbesondere auch explosionsfähige Gasgemische, auf einfache Weise komprimiert werden können.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher ein Verfahren zum Komprimieren von Gasen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß in einem Behälter, in dem sich zumindest ein zu komprimierendes Gas und zumindest eine Flüssigkeit befinden, die zu komprimierenden Gase durch Anheben des Flüssigkeitsstandes, über dem sich die zu komprimierenden Gase befinden, komprimiert werden.

Ebenfalls ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Verdichter zum Komprimieren von Gasen, der dadurch gekennzeichnet ist, daß der Verdichter zumindest einen Kompressionsbehälter, in welchen zumindest ein zu komprimierendes Gas und zumindest eine Flüssigkeit eingespeist werden können, aufweist.

In der vorliegenden Erfindung können Gase nicht nur Gase sein, die aus einem Element oder einer Verbindung bestehen, sondern auch Gemische von Gasen die aus Elementen und/oder Verbindungen bestehen.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens können überraschend einfach Gase und Gasgemische, welche auch explosionsfähige Gase oder Gasgemische sein können, komprimiert werden. Dadurch, daß das erfindungsgemäße Verfahren auf dem Heben und Senken von Flüssigkeitsständen in einem Kompressionsbehälter basiert, entsteht im Gasvolumen im Kompressionsbehälter keine mechanische Reibung (Festkörper an Festkörper) und damit auch keine Zündquelle, die ein explosionsfähiges Gemisch entzünden könnte. Durch das weitgehende Verhindern von mechanischer Reibung im Kompressionsbehälter bei Verzicht auf einen sich hebenden oder senkenden Kolben wird zudem der Verschleiß an den Bauteilen des Kompressionsbehälters we-

sentlich verringert.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß auch Gase komprimiert werden können, die einen Restgehalt an Flüssigkeitspartikeln aufweisen. Bei Vorrichtungen und Verfahren nach dem Stand der Technik ist dies nicht möglich, da z. B. Kolbenverdichter oder Turboverdichter durch Flüssigkeitstropfen im zu komprimierenden Gas zerstört werden könnten.

Je nach zur Kompression eingesetzter Flüssigkeit kann der Reinheitsgrad des komprimierten Gases höher sein als bei den herkömmlichen Verfahren zur Gaskomprimierung.

Das erfindungsgemäße Verfahren und der erfindungsgemäße Verdichter werden im folgenden beispielhaft beschrieben, ohne darauf beschränkt zu sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren bedient sich der unterschiedlichen Kompressibilität von Gasen und Flüssigkeiten. Erfindungsgemäß wird das zu komprimierende Gas, welches schon vorkomprimiert sein kann, z. B. über eine Leitung, welche zumindest eine Absperrapparatur aufweist, in einen Behälter geleitet, der zumindest eine Flüssigkeit enthält. Nach Befüllen des Behälters mit dem zu komprimierenden Gas, wird der Teil des Behälters, in dem sich das zu komprimierende Gas befindet, gasdicht abgeschlossen.

Zum Komprimieren des sich im Behälter über der Flüssigkeit befindlichen Gases wird nun das dem Gas zur Verfügung stehende Volumen verkleinert. Dies geschieht erfindungsgemäß dadurch, daß der Flüssigkeitsstand im Behälter angehoben wird.

Erfindungsgemäß wird der Flüssigkeitsstand im Behälter dadurch angehoben, daß das Flüssigkeitsvolumen bei gleich bleibendem Gesamtvolumen des Behälters vergrößert wird. Dies kann dadurch erreicht werden, daß zumindest eine Flüssigkeit in den Behälter hinzugefügt wird. Dies kann z. B. dadurch erfolgen, daß zumindest eine Flüssigkeit, vorzugsweise die gleiche Flüssigkeit, die im Behälter schon vorhanden ist, aus einem weiteren Behälter mittels einer Pumpe oder einem ähnlichen zur Förderung von Flüssigkeiten geeigneten Apparat, z. B. über eine Leitung, in den Behälter gegeben wird. Die Flüssigkeit kann von oben oder unten, vorzugsweise von unten in den Behälter gegeben werden.

Über den Druck, mit dem die Flüssigkeit in den Behälter gegeben wird, läßt sich der maximale Druck bzw. die maximale Komprimierung des Gases einstellen. Die maximale Komprimierung des Gases ist außerdem von der Kompressibilität der verwendeten Flüssigkeit bzw. Flüssigkeiten abhängig, so daß diese Kompressibilität berücksichtigt werden sollte.

In einer besonderen Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Flüssigkeitsstand im Behälter dadurch angehoben, daß das Behältervolumen bei gleichbleibendem Flüssigkeitsvolumen verkleinert wird. Durch die Verkleinerung des Behältervolumens steigt der Flüssigkeitsstand im Behälter an und das dem Gas zur Verfügung stehende Volumen verkleinert sich, wodurch sich der Druck des zu komprimierenden Gases erhöht.

Das Behältervolumen kann bei dieser Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens z. B. dadurch verändert werden, daß, wenn als Behälter ein auf einer Seite geschlossener Zylinder eingesetzt wird, ein Kolben im Zylinder gehoben oder gesenkt wird. Der Zylinder sollte so angeordnet werden, daß die Seite des Kolbens, der im Inneren des Zylinders liegt, mit der im Behälter vorhandenen Flüssigkeit bedeckt ist. Durch diese Anordnung wird ausgeschlossen, daß eine Zündquelle, welche durch mechanische Reibung des sich im Zylinder bewegenden Kolbens entstehen könnte, direkt im Kontakt mit dem im Behälter befindlichen, zu komprimierenden und eventuell explosionsfähigen Gas steht.

Das Heben und Senken des Kolbens und damit die Veränderung des Flüssigkeitsstandes im Behälter kann z. B. mechanisch, pneumatisch oder hydraulisch vorgenommen werden.

Es kann bei beiden Ausführungsarten des erfindungsgemäßen Verfahrens vorteilhaft sein, den Behälter, vorzugsweise im oberen das Gas enthaltenden Teil des Behälters, mit einer zumindest eine Absperrapparatur, vorzugsweise einen Hahn oder ein Ventil, besonders bevorzugt ein Plattenventil, aufweisenden Druckleitung zu versehen. Die Druckleitung kann auch von der Zuleitung für Gase abzweigen, so daß in den Behälter selbst nur eine Leitung führt. Über die Druckleitung kann das, durch Anheben des Flüssigkeitsstandes im Behälter, komprimierte Gas mit einem einstellbaren Druck über die Druckleitung entnommen werden. Der Druck kann z. B. eingestellt werden, in dem die Absperrapparatur so eingestellt wird, daß sie sich bei einem bestimmten Druck im oberen Teil des Behälters öffnet. Der maximal einstellbare Druck entspricht dem Druck, für den der Behälter maximal sicherheitstechnisch zugelassen ist. Durch Verwenden einer so eingestellten Absperrapparatur wird sichergestellt, daß beim Erreichen des eingestellten Druckes und weiterem Anheben des Flüssigkeitsspiegels das Gas aus dem Behälter mit dem eingestellten Druck entweichen kann.

Aus sicherheitstechnischen Gründen kann es vorteilhaft sein, eine Meßapparatur im Gasraum des Behälters vorzusehen, die den Druck ständig überwacht und die vorzugsweise in der Lage ist, beim Erreichen eines bestimmten Druckes ein weiteres Anheben des Flüssigkeitsstandes im Behälter zu verhindern. Dies kann z. B. dadurch erreicht werden, daß beim Erreichen des eingestellten Druckes die Meßapparatur ein Abschaltsignal an die Pumpe oder ein den Kolben bewegenden Apparat sendet.

Bei beiden oben beschriebenen Ausführungsarten des erfindungsgemäßen Verfahrens kann es vorteilhaft sein, das Befüllen des Behälters mit zu komprimierenden Gasen durch Senken des Flüssigkeitsstandes im Behälter vorzunehmen. Zu diesem Zweck kann es vorteilhaft sein eine Saugleitung, die mit einer Absperrapparatur, vorzugsweise mit einem Hahn oder einem Ventil, besonders bevorzugt mit einem Plattenventil, ausgerüstet ist, im oberen Teil des Behälters vorzusehen. Diese Saugleitung kann mit einer das zu komprimierende Gas enthaltenden Quelle, wie z. B. einem Gasbehälter oder wenn das zu komprimierende Gas Luft ist mit der Umgebungsluft, verbunden werden.

Die Absperrapparatur in der Saugleitung wird vorzugsweise so eingestellt, daß sich das Ventil öffnet, wenn der Druck im Behälter kleiner ist als in der Saugleitung. Durch diese Einstellung der Absperrapparatur kann ausgenutzt werden, daß beim Senken des Flüssigkeitsstands im Behälter bei geschlossener Absperrapparatur in der Druckleitung ein Unterdruck entsteht, durch den das zu komprimierende Gas über die Saugleitung in den Behälter gesaugt wird.

Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Komprimieren von Gasen, welches auch explosionsfähige Gemische von Gasen sein können, so ausgeführt, daß auf einen Komprimierungsschritt eine Ansaugschrit folgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist geeignet Gas zu komprimieren. Der Kompressionsdruck ist abhängig von der Ausführung des Behälters, dem Enddruck der Fördereinrichtung für die Flüssigkeit, den Eigenschaften, wie z. B. Kompressibilität und Partialdruck bzw. Dampfdruck der zur Kompression verwendeten Flüssigkeit und der Anzahl der Kompressionsstufen. Es können Gase komprimiert werden, die einen Druck vor der Kompression aufweisen, der größer ist als der Dampfdruck der zur Kompression verwendeten Flüssigkeit. Der maximal erreichbare Druck des komprimierten Gases ist abhängig von der Siedetemperatur der ver-

wendeten Flüssigkeit, da sich das Gas und somit auch die Flüssigkeit während des Kompressionsvorganges erwärmen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Komprimieren von Gasen bedient sich vorzugsweise einer der Ausführungsarten des im folgenden beschriebenen erfindungsgemäßen Verdichters.

Der erfindungsgemäße Verdichter zum Komprimieren von Gasen wird im folgenden beschrieben, ohne auf diese Ausführungsart beschränkt zu sein.

Der erfindungsgemäße Verdichter weist zumindest einen Behälter (Kompressionsbehälter), in welchen zumindest ein zu komprimierendes Gas und zumindest eine Flüssigkeit eingespeist werden können, auf. Zum Einspeisen der Flüssigkeit in den Kompressionsbehälter weist dieser vorzugsweise zumindest eine Zuleitung auf, in der eine Fördereinrichtung, die geeignet ist Flüssigkeiten in den Behälter zu fördern und eine Absperrapparatur vorhanden ist.

Vorzugsweise weist der erfindungsgemäße Verdichter neben dem Kompressionsbehälter einen weiteren Behälter, im folgenden Vorratsbehälter genannt auf, der über die Zuleitung mit dem Kompressionsbehälter verbunden ist, wobei der Vorratsbehälter vorzugsweise ein größeres Volumen als der Kompressionsbehälter aufweist. Aus dem Vorratsbehälter kann der Kompressionsbehälter mit einer Flüssigkeit gespeist werden.

Der Kompressionsbehälter weist zumindest eine Zuleitung (Saugleitung) für das zu komprimierende Gas, welches auch schon vorkomprimiertes Gas sein kann, und zumindest eine Zuleitung für Flüssigkeiten auf. Ist nur eine Zuleitung für Gas vorhanden, so muß diese Zuleitung eine Abzweigung aufweisen, wobei beide Stränge dieser Abzweigung durch zumindest eine Absperrapparatur, wie z. B. ein Ventil oder ein Hahn, abgesperrt werden können, durch die das komprimierte Gas weitergeleitet werden kann. Vorzugsweise weist die Zuleitung für Gase ein Plattenventil als Absperrapparatur auf.

Die Zuleitung für Flüssigkeit, im folgenden Verbindungsleitung genannt, verbindet vorzugsweise den unteren Teil des Kompressionsbehälters mit dem unteren Teil des zumindest eine Flüssigkeit aufweisenden Vorratsbehälters. Dieser Vorratsbehälter weist vorzugsweise eine Öffnung auf, die das Innere des Behälters mit der umgebenden Atmosphäre oder einer speziellen Gasatmosphäre, welche z. B. aus einem inerten Gas besteht, verbindet. Es kann vorteilhaft sein, die Öffnung des Behälters verschließbar, z. B. durch eine Absperrapparatur, auszuführen. Der Vorratsbehälter kann so ausgeführt sein, daß Gas, welches sich während des Kompressionsvorganges in der Flüssigkeit gelöst hat, beim Rückführen der Flüssigkeit in den Vorratsbehälter ausgasen kann und sicher abgeleitet oder einer Weiterverwendung zugeführt werden kann.

In der Verbindungsleitung zwischen Kompressionsbehälter und Vorratsbehälter ist vorzugsweise zumindest eine Fördereinrichtung eingebaut. Als Fördereinrichtung kann jede Fördereinrichtung, die in der Lage ist Flüssigkeiten zu fördern, wie z. B. eine Pumpe, verwendet werden. Vorzugsweise werden solche Fördereinrichtungen verwendet, die in der Lage sind einen hohen Druck aufzubauen, wie z. B. Kreispumpen, Zahnradpumpen, Membranpumpen oder Kolbenpumpen. Die Pumpe ist vorzugsweise so in die Verbindungsleitung eingebaut, daß die Förderrichtung vom Vorratsbehälter zum Kompressionsbehälter zeigt. Es kann vorteilhaft sein, eine Pumpe zu verwenden, die zwei Förderrichtungen aufweist, so daß die Flüssigkeit sowohl vom Vorratsbehälter zum Kompressionsbehälter als auch in die entgegengesetzte Richtung gefördert werden kann. Ebenso kann es vorteilhaft sein nicht nur eine sondern zwei Pumpen

in die Verbindungsleitung von Vorratsbehälter zu Kompressionsbehälter einzubauen. Dies kann entweder dadurch geschehen, daß beide Pumpen in die Verbindungsleitung eingebaut werden, oder daß die Verbindungsleitung sich verzweigt, in die so entstandenen Stränge die Pumpen mit unterschiedlicher Förderrichtung eingebaut werden und die beiden Stränge sich wieder vereinigen. Es kann vorteilhaft sein in den Strängen oder der Verbindungsleitung zumindest eine Absperrapparatur, wie z. B. ein Ventil oder einen Hahn, vorzusehen.

Es kann vorteilhaft sein, in die Verbindungsleitung zwischen Vorratsbehälter und Kompressionsbehälter einen weiteren Abzweig einzubauen. Dieser zweigt vor oder hinter der Pumpe oder vor oder hinter der Verzweigung bzw. Vereinigung der Verbindungsleitung von dieser ab und führt zum Vorratsbehälter. Diese Leitung zwischen Abzweig und Vorratsbehälter, im folgenden Umgangsleitung genannt, weist vorzugsweise zumindest eine Absperrapparatur, wie z. B. ein Ventil oder einen Hahn, und zumindest einen Strömungswiderstand, der einstellbar ausgeführt sein kann, auf.

Des weiteren kann es vorteilhaft sein, einen weiteren Abzweig, der an der Verbindungsleitung vom Vorratsbehälter zum Kompressionsbehälter angebrachte wird, über eine Leitung, im folgenden Ausgleichsleitung genannt, mit dem Vorratsbehälter zu verbinden. Es kann vorteilhaft sein, zwischen diesem Abzweig und dem Abzweig der Umgangsleitung, zumindest eine Absperrapparatur, wie z. B. ein Ventil oder einen Hahn, in der Verbindungsleitung zu installieren. Des weiteren kann es vorteilhaft sein, in die Ausgleichsleitung, die den Abzweig mit dem Vorratsbehälter verbindet zumindest eine Absperrapparatur, wie z. B. ein Ventil oder einen Hahn, zu installieren.

Es kann vorteilhaft sein, den Kompressionsbehälter des erfindungsgemäßen Verdichters nicht nur mit einer Zuleitung für Gas auszurüsten sondern mit zwei Leitungen. Über eine Zuleitung wird das zu komprimierende Gas über den Gaseintritt angesaugt, im folgenden wird diese Leitung Saugleitung genannt, über die zweite Leitung, im folgenden Druckleitung genannt, wird das komprimierte Gas zum Gasaustritt zur weiteren Verwendung oder Aufbereitung geleitet. Vorzugsweise werden sowohl die Saugleitung als auch die Druckleitung mit zumindest je einer Absperrapparatur ausgerüstet. Die Absperrapparaturen können z. B. Ventile, Klappen oder Hähne, vorzugsweise Ventile und besonders bevorzugt Plattenventile sein. Es kann vorteilhaft sein, wenn die verwendeten Absperrapparaturen das Durchströmen von Gas nur in einer Richtung zulassen, so daß in der Saugleitung nur die Strömungsrichtung zugelassen wird, bei der das Gas in den Kompressionsbehälter strömt, und in der Druckleitung nur die Strömungsrichtung zugelassen wird, bei welcher das Gas aus dem Kompressionsbehälter strömt. Zudem kann in einer besonders bevorzugten Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verdichters die Absperrapparatur in der Druckleitung so ausgeführt werden, daß diese Apparatur nur bei einem vorher einstellbaren Druck im Kompressionsraum die Druckleitung freigibt, wie dies z. B. mit einer als Überdruck- bzw. Sicherheitsventil arbeitenden Absperrapparatur möglich ist.

Wenn der Verdichter das zu komprimierende Gas immer auf den gleichen Druck komprimieren soll, und in der Saug- und Druckleitung zum Gaseintritt bzw. -austritt hin immer der gleiche Druck vorliegt, kann es vorteilhaft sein, das Ventil in der Saugleitung so einzustellen, daß das Ventil öffnet, wenn der Druck im Kompressionsbehälter kleiner als am Gaseintritt ist und das Ventil schließt, wenn der Druck im Kompressionsbehälter größer als am Gaseintritt ist. Ebenso kann das Ventil in der Druckleitung so eingestellt werden, daß das Ventil öffnet, wenn der Druck im Kom-

sionsbehälter größer als am Gasaustritt ist und das Ventil schließt, wenn der Druck im Kompressionsbehälter kleiner als am Gasaustritt ist.

Der Kompressionsbehälter kann zusätzlich mit zumindest einer Meßapparatur ausgerüstet werden. Diese muß geeignet sein, den Gasdruck im Kompressionsbehälter zu messen. Eine solche Meßapparatur wird vorzugsweise im oberen Teil des Kompressionsbehälters angebracht. Zudem kann der Kompressionsbehälter mit einer Meßapparatur ausgerüstet werden, die den aktuellen Stand der Flüssigkeit im Behälter angibt.

Um eine automatische Fahrweise des erfindungsgemäßen Verdichters zu ermöglichen kann es vorteilhaft sein, in den Kompressionsbehälter zumindest vier Meßapparaturen einzubauen. Dabei handelt es sich vorteilhafterweise um zumindest zwei Meßapparaturen, die den Flüssigkeitsstand im Kompressionsbehälter messen und um zumindest zwei Apparaturen die den Druck messen. Die Meßapparaturen für den Flüssigkeitsstand werden vorteilhafterweise so im Kompressionsbehälter angebracht, daß die niedrigst- bzw. höchstmöglichen, technisch sinnvollen oder sicherheitstechnisch zulässigen höchsten und tiefsten Flüssigkeitsstände überwacht werden. Die Meßapparaturen, die den Druck messen sollen, werden vorzugsweise im oberen Teil des Kompressionsbehälters angeordnet.

Die Meßapparaturen können so ausgeführt werden, daß sie bei Erreichen eines vorher eingestellten Flüssigkeitsstandes oder Druckes ein Signal an eine zentrale Steuerung übermitteln, oder daß sie regelmäßig oder kontinuierlich Flüssigkeitsstände und Drücke an eine zentrale Steuerung übermitteln.

Zur automatischen Fahrweise des erfindungsgemäßen Verdichters kann dieser mit einer zentralen Steuerung versehen werden und es können, wo es notwendig ist, als Absperrapparaturen solche Apparaturen verwendet werden, die eine pneumatische, elektrische, mechanische, hydraulische oder elektronische Steuerung erlauben.

Außerdem müssen bei der automatischen Fahrweise die Absperrapparaturen; die Fördereinrichtungen sowie die Meßapparaturen in geeigneter Weise mit einer zentralen Steuerung verbunden werden. Dies bedeutet, daß die Meßapparaturen Meßsignale an eine zentrale Steuerung übermitteln können müssen, diese Steuerung die Signale verarbeiten können muß und daß die Absperrapparaturen bzw. Fördereinrichtungen Steuersignale von dieser zentralen Steuerung aufnehmen und umsetzen können müssen. Auf diese Weise ist es zum Beispiel möglich, das Einbringen von Flüssigkeit in den Kompressionsbehälter automatisch, durch Abschalten der Fördereinrichtung zu beenden, wenn die Meßapparatur, welche den höchsten Flüssigkeitsstand überwacht, ein Signal an die zentrale Steuerung übermittelt und die Steuerung die Fördereinrichtung abschaltet.

Als zentrale Steuerung kann eine pneumatische, elektrische, mechanische, hydraulische oder elektronische Steuerung, oder eine Steuerung, die die verschiedenen Steuerungsmöglichkeiten kombiniert, verwendet werden.

Vorzugsweise werden die Behälter so zueinander angeordnet, daß der Vorratsbehälter unterhalb des Kompressionsbehälters angeordnet wird und zwar so, daß bei geöffneter Absperrapparatur in der Ausgleichsleitung und bei Verbindung des Gasvolumens beider Behälter mit der Atmosphäre der Flüssigkeitsstand in beiden Behältern entsprechend dem Prinzip der kommunizierenden Röhren gleich hoch ist, wobei der Flüssigkeitsstand im Kompressionsbehälter den tiefst möglichen Stand annehmen sollte. Auf diese läßt sich z. B. zu komprimierende Außenluft ansaugen, ohne daß eine Pumpe benötigt wird. Besonders bevorzugt werden die Behälter so aufgestellt, daß bei zumindest

einer geöffneten Absperrapparatur in einer der den Vorratsbehälter mit dem Kompressionsbehälter verbindenden Leitungen, der Flüssigkeitsstand 50 bis 100% der Füllhöhe des Vorratsbehälters einnimmt und der Flüssigkeitsstand im Kompressionsbehälter 0,1 bis 50% der Füllhöhe des Kompressionsbehälters einnimmt.

Zum Komprimieren größerer Gasmengen kann es vorteilhaft sein, in einer besonderen Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verdichters mehrere der Verdichter parallel zu schalten. Bei einer solchen Verschaltung kann es vorteilhaft sein, daß alle parallel geschalteten Verdichter aus nur einem Vorratsbehälter mit Flüssigkeit versorgt wird. Ebenfalls besteht aber auch die Möglichkeit jeden Verdichter mit einem eigenen Vorratsbehälter auszurüsten.

Es kann vorteilhaft sein, wenn die parallel geschalteten Verdichter im Gleichtakt oder Gegentakt betrieben werden. Beim parallelen Betreiben mehrerer Verdichter kann der Betrieb im Gegentakt vorteilhaft sein, da durch den Gegentakt, oder bei der Verwendung von mehr als zwei Verdichtern durch Drei-, Vier- oder Mehrtaktbetrieb eine Druckglättung in der zusammengeführten Druckleitung erzielt werden kann.

Zum Erreichen besonders hoch komprimierter Gase kann es vorteilhaft sein, das Gas nacheinander durch mehrere hintereinandergeschaltete Verdichter zu führen. Die Vorratsbehälter der hintereinandergeschalteten Verdichter können entsprechend des Druckes, auf den sie das zu komprimierende Gas bringen sollen, mit unterschiedlichen Flüssigkeiten gefüllt sein.

Es kann vorteilhaft sein, zur Druckglättung zwischen den einzelnen, parallel oder hintereinander betriebenen Verdichtern Pufferbehälter zur Druckglättung vorzusehen.

Ebenfalls kann es vorteilhaft sein in die Druckleitung, welche aus einem oder mehreren Verdichtern führt einen Kühler vorzusehen, der dem komprimierten Gas, welches sich durch das Komprimieren erwärmt, Wärme entzieht. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das komprimierte Gas in einem weiteren Verdichter nochmals komprimiert werden soll. Durch den Entzug der Wärme ist der Wirkungsgrad der Verdichter wesentlich größer.

Als Flüssigkeiten können für das erfindungsgemäße Verfahren bzw. den erfindungsgemäßen Verdichter alle Flüssigkeiten eingesetzt werden, die einen niedrigen Dampfdruck aufweisen und/oder mit dem zu komprimierenden Gas keine Verbindungen eingehen. Zusätzlich kann es vorteilhaft sein, Flüssigkeiten zu verwenden, in denen sich das zu komprimierende Gas wenig oder gar nicht löst. Solche Flüssigkeiten sind z. B. Siliconöle. Es können aber auch, in Abhängigkeit vom zu komprimierenden Gas andere Flüssigkeiten wie z. B. Wasser, Kohlenwasserstoffe oder Öle verwendet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. der erfindungsgemäße Verdichter ist also geeignet Gase, insbesondere auch explosionsfähige Gase oder Gasgemische zu komprimieren. Pro Verdichter bzw. pro Kompressionsstufe kann ein Druckverhältnis von komprimierten zu nicht komprimierten Gas von 1 : 1 bis 10 : 1, vorzugsweise eine Druckverhältnis von 1 : 1 bis 3 : 1 erreicht werden.

Dem Fachmann erschließen sich weitere Verschaltungsmöglichkeiten, apparativer Art, die weitere Ausführungsarten des erfindungsgemäßen Verdichters darstellen. Im folgenden Beispiel wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Komprimieren von Gasen mittels einer Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verdichters beispielhaft beschrieben, ohne darauf beschränkt zu sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann in zwei Teilschritte unterteilt werden. Der erste dieser Teilschritte ist der Ansaugschritt der im folgenden beschrieben wird.

In einem wie in Fig. 1 beschriebenen Verdichter wurde über den Gaseintritt GE der Kompressionsbehälter B1 mit dem zu komprimierenden Gas, welches den Druck p1 (Normaldruck) aufweist, über Saugleitung SL und offenem Plattenventil PVE, bei geschlossenem Plattenventil PVA in der Druckleitung, DL gefüllt. Zu diesem Zweck wurde die Ausgleichsleitung A des Kompressionsbehälters mit dem Vorratsbehälter B0 für die Flüssigkeit Fl, die das Ventil V2 aufwies, geöffnet. Es strömte soviel und solange zu komprimierendes Gas in den Kompressionsbehälter bis die Flüssigkeitsstände nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren gleich hoch waren.

Der zweite Verfahrensschritt ist der Kompressionsschritt. Nachdem dem die Flüssigkeitsstände in beiden Behältern gleich hoch waren, wurden die Ventile V2 und V3 geschlossen. Anschließend wurde das Ventil V1 geöffnet und der Motor M1, der die Pumpe PU1 betreibt, wurde eingeschaltet. Durch die in den Kompressionsbehälter gepumpte Flüssigkeit stieg der Flüssigkeitsstand im Kompressionsbehälter an und das Gas im Kompressionsbehälter B1 wurde, bei geschlossenem Ventil PVE und dem auf einen Ablassdruck von 2 bar eingestellten Ventil PVA, komprimiert. Beim Erreichen eines Druckes von 2 bar im Kompressionsraum öffnete sich das Ventil PVA und das komprimierte Gas verließ den Kompressionsbehälter über den Gasaustritt GA mit einem Druck von 2 bar. Die Pumpe PU1 förderte solange Flüssigkeit aus dem Vorratsbehälter B0 bis der Flüssigkeitsstand im Behälter B1 die Meßapparatur LS+ erreicht hatte. Bei Erreichen der Meßapparatur LS+ gab diese ein Signal an die Ventilsteuerung u, die wiederum die Ventile V2 und V3 öffnete und gleichzeitig das Ventil V1 schloß. Durch das Öffnen der Ausgleichsleitung wurden die Behälterstände wieder angeglichen und in den Kompressionsbehälter wurde über den Gaseintritt GE wieder Gas angesaugt. Nach dem Ansaugschritt folgte wiederum ein Kompressionsschritt, und zyklisch folgten weitere Ansaug- und Kompressionsschritte.

In Fig. 1 ist beispielhaft eine Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verdichters zum Komprimieren von Gasen oder explosiven Gemischen dargestellt, ohne daß der Verdichter auf diese Ausführungsart beschränkt ist.

Der dargestellte Verdichter besteht aus den Behältern B0 und B1. Der Behälter B0 weist ein größeres Volumen als der Behälter B1 auf. Zusätzlich weist der Behälter B0 einen Ausgang zur Atmosphäre auf, so daß das Gasvolumen im Behälter B0 nicht unter Druck steht. Im unteren Drittel des Behälters B0 sind drei Leitungen angebracht. Die erstes dieser Leitungen, die Verbindungsleitung Z verbindet den Behälter B0 mit der Pumpe PU1, die über den Motor M1 angetrieben wird. Hinter der Pumpe vereinigt sich diese Leitung mit der zweiten und dritten Leitung, wobei zwischen den Verbindungen der Leitung mit der zweiten und dritten Leitung ein Stellventil V3 angebracht ist, und führt in den Behälter B1. Die zweite Leitung, die Umgangsleitung U, führt über einen Strömungswiderstand SW und das Stellventil V3 zur Verbindungsstelle mit der ersten Leitung. Die dritte Leitung, die Ausgleichsleitung A, führt über das Stellventil V2 zur Verbindungsstelle mit der ersten Leitung.

Die erste Leitung, die Behälter B0 und B1 verbindet führt von unten in den Kompressionsbehälter B1. Dieser ist zum Teil mit einer Flüssigkeit Fl gefüllt. Über der Flüssigkeit befindet sich ein Gas mit einem Druck p2. Im Kompressionsbehälter sind die Fühler von vier Schaltungen installiert. Die Standhoch-Schaltung LS+ und die Standtief-Schaltung LS-

lösen beim Erreichen eines bestimmten Standes durch den Flüssigkeitsspiegel ein Signal an die Ventilsteuerung u aus. Die Druckhoch-Schaltung PS+ und die Drucktief-Schaltung PS- lösen beim Über- bzw. Unterschreiten zweier vorher eingestellten Drücke ein Signal aus, welches ebenso an die Ventilsteuerung u gesendet wird.

In den Behälter B1 führt im oberen Teil des Behälters eine Saugleitung SL, in welcher sich ein Plattenventil PVE als Einlaßventil befindet. Durch diese Leitung wird das Gas vom Gaseintritt GE mit einem Druck von p1 in den Behälter geleitet. Aus dem Behälter B1 führt ebenfalls aus dem oberen Teil des Behälters eine weitere Leitung, die Druckleitung DL, in die ein Plattenventil als Austrittsventil PVA installiert ist. Die Druckleitung leitet das Gas mit einem Druck p3 in den Gasaustritt GA.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Komprimieren von Gasen, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem Behälter, in dem sich zumindest ein zu komprimierendes Gas und zumindest eine Flüssigkeit befinden, die zu komprimierenden Gase durch Anheben des Flüssigkeitsstandes, über dem sich die zu komprimierenden Gase befinden, komprimiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkeitsstand, durch Vergrößerung des Flüssigkeitsvolumens bei gleichbleibendem Volumen des Behälters, angehoben wird.
3. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Flüssigkeitsvolumen durch hinzufügen von Flüssigkeit in den Behälter vergrößert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkeitsstand, durch Veränderung des Volumens des Behälters angehoben wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Volumen des Behälters durch Heben und/oder Senken eines Kolbens verändert wird.
6. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß auch explosionsfähige Gemische aus Gasen komprimiert werden können.
7. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Flüssigkeit Silicööl eingesetzt wird.
8. Verdichter zum Komprimieren von Gasen dadurch gekennzeichnet, daß der Verdichter zumindest einen Kompressionsbehälter, in welchen zumindest ein zu komprimierendes Gas und zumindest eine Flüssigkeit eingespeist werden können, aufweist.
9. Verdichter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdichter zum Einspeisen der Flüssigkeit in den Kompressionsbehälter eine Zuleitung aufweist, in der eine Fördereinrichtung, die geeignet ist, Flüssigkeiten in den Behälter zu fördern und eine Absperrapparat vorhanden ist.
10. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdichter einen Vorratsbehälter aufweist, der über die Zuleitung mit dem Kompressionsbehälter verbunden ist, wobei der Vorratsbehälter ein größeres Volumen als der Kompressionsbehälter aufweist, und aus welchem Flüssigkeit über die Zuleitung in den Kompressionsbehälter gespeist werden kann.
11. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu der Zuleitung, die den Vorratsbehälter mit dem Kompressionsbehälter verbindet, noch zumindest eine Leitung

vorhanden ist, die als Umgangsleitung aus dem Vorratsbehälter zur Zuleitung, die den Vorratsbehälter mit dem Kompressionsbehälter verbindet, führt und sich mit dieser hinter der in der Zuleitung vorhandenen Fördereinrichtung vereinigt und die es ermöglicht die im Kompressionsbehälter vorhandene Flüssigkeit in den Vorratsbehälter zurückzuleiten.

12. Verdichter nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Umgangsleitung einen Strömungswiderstand und eine Absperrapparat aufweist.

13. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu der Verbindungsleitung die den Vorratsbehälter mit dem Kompressionsbehälter verbindet noch zumindest eine Leitung als Ausgleichsleitung vorhanden ist, die aus dem Vorratsbehälter zur Verbindungsleitung, die den Vorratsbehälter mit dem Kompressionsbehälter verbindet, führt und sich mit dieser hinter der in dieser Verbindungsleitung vorhandenen Absperrapparat vereinigt.

14. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressionsbehälter und der Vorratsbehälter durch zumindest eine Verbindungsleitung, in der zumindest eine Fördereinrichtung und zumindest eine Absperrapparat vorhanden ist, verbunden ist, daß der Vorratsbehälter zumindest eine Flüssigkeit enthält,

daß diese Flüssigkeit durch zumindest eine Leitung in den Kompressionsbehälter geleitet werden kann, und daß der Vorratsbehälter und der Kompressionsbehälter so zueinander aufgestellt werden, daß bei zumindest einer geöffneten Absperrapparat in einer der den Vorratsbehälter mit dem Kompressionsbehälter verbindenden Leitungen, der Flüssigkeitsstand 50 bis 100% der Füllhöhe des Vorratsbehälters einnimmt und der Flüssigkeitsstand im Kompressionsbehälter 0,1 bis 50% der Füllhöhe des Kompressionsbehälters einnimmt.

15. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Fördereinrichtung eine Pumpe eingesetzt wird.

16. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressionsbehälter zumindest eine Zuleitung für Gas aufweist.

17. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressionsbehälter zumindest zwei Zuleitungen für Gas aufweist, von denen zumindest eine eine Druckleitung und eine eine Saugleitung ist und die jeweils mit zumindest einer Absperrapparat ausgerüstet sind.

18. Verdichter nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß in die Saugleitung und in die Druckleitung als Absperrapparat jeweils zumindest ein Plattenventil eingesetzt wird.

19. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattenventile so eingestellt werden, daß sich das Plattenventil in der Saugleitung öffnet und sich das Plattenventil in der Druckleitung schließt, wenn der Druck im Kompressionsbehälter kleiner als die Drücke in Saug- und Druckleitung ist, und daß sich das Plattenventil in der Saugleitung schließt und sich das Plattenventil in der Druckleitung öffnet, wenn der Druck im Kompressionsraum größer als die Drücke in der Saug- und Druckleitung ist.

20. Verdichter nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitung eine Absperrapparat auf-

weist.

21. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Umgangsleitung, in der Verbindungsleitung und in der Ausgleichsleitung verwendeten Absperrapparaturen von einer zentralen Steuerung gesteuert werden können.

22. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressionsbehälter zumindest eine Meßapparatur aufweist.

23. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressionsbehälter zumindest eine Meßapparatur zur Messung von Gasdruck im Behälter und zumindest eine Meßapparatur zur Messung von Flüssigkeitsständen aufweist.

24. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressionsbehälter zumindest zwei Meßapparaturen zur Messung von Gasdruck im Behälter und zumindest zwei Meßapparaturen zur Messung von Flüssigkeitsständen aufweist.

25. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdichter eine zentrale Steuerung aufweist.

26. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßapparaturen so ausgeführt sind, daß sie die Meßwerte als Signale an die zentrale Steuerung senden, diese die Signale verarbeitet und Steuerbefehle an die Absperrapparaturen in der Umgangsleitung, in der Ausgleichsleitung und in der Verbindungsleitung sendet.

27. Verdichter nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorratsbehälter eine verschließbare Öffnung aufweist, die das Innere des Behälters mit einer Atmosphäre verbindet.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

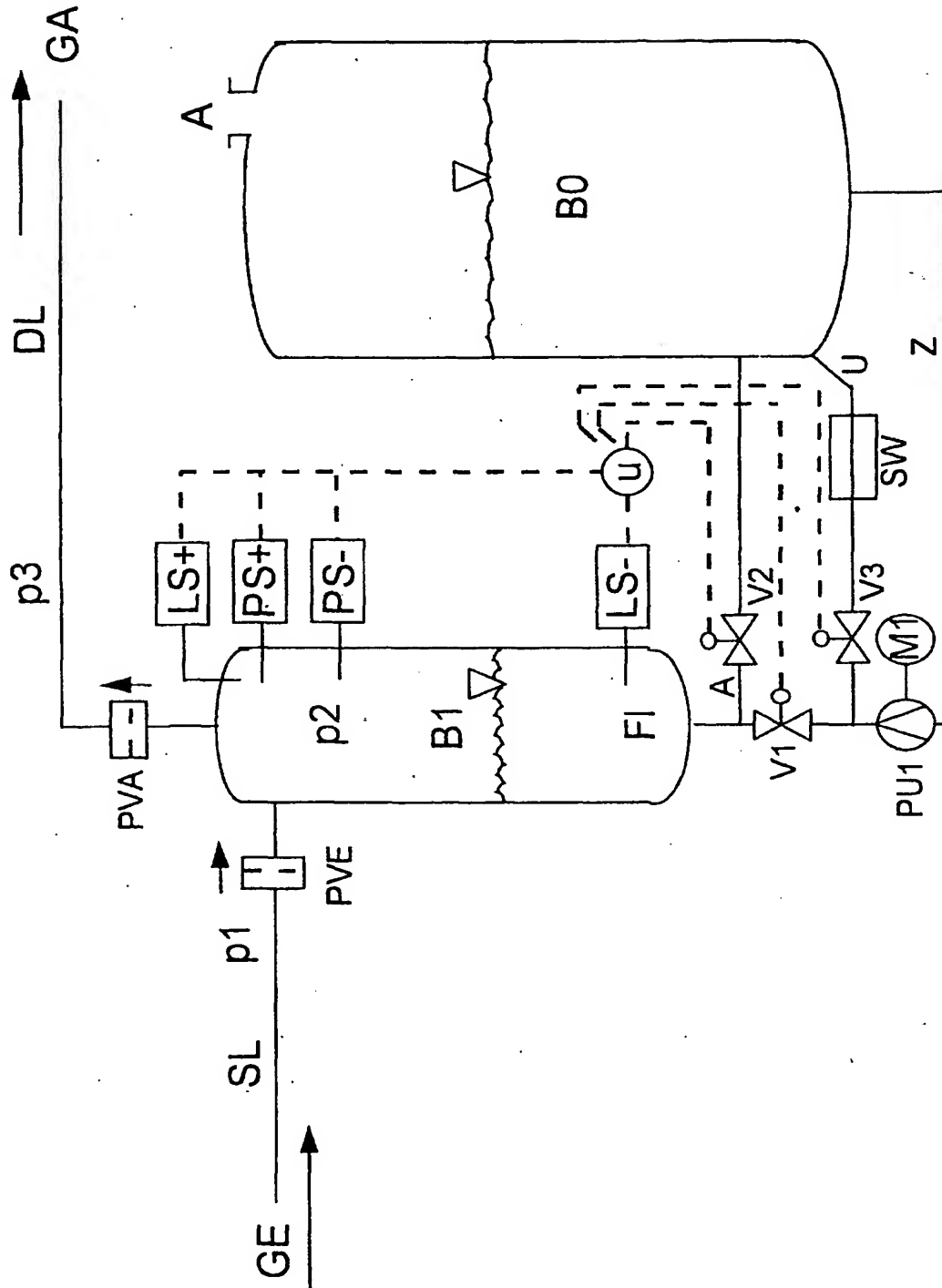


Fig. 1